

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КАПИТАЛА, ТРУДА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА РОСТ ВВП**

**В.В. КАЛЮЖНЫЙ,**

кандидат экономических наук

(Харьков)

В отчете Всемирного банка за 1991 г. отмечалось, что одним из важных достижений в экономической науке за последние пятьдесят лет стало внедрение измерения «общего фактора производительности» (TFP — *total factor productivity*) в экономическом росте.<sup>1</sup>

Часть экономического роста не поддается объяснению с помощью осязаемых и численно определенных факторов, таких как труд и капитал. Тем не менее, ее можно объяснить за счет роста производительности этих факторов, что отражается в форме остатка в уравнении производственной функции. Этот остаток иногда называют «остатком Солоу» в честь Роберта Солоу (*R. Solow*), — экономиста, который первым предложил такой подход в пятидесятых годах прошлого века. До этого анализ экономического роста фокусировали, прежде всего, на росте производительности труда и, в меньшей мере, — на росте средней нормы прибыли на единицу капитала.

В модели экономического роста Солоу использовал линейно-однородную производственную функцию с эластичностью замещения ресурсов, равной единице:

$$Y_t = Ae^{\gamma t} K_t^\alpha L_t^{1-\alpha},$$

где  $Y_t$  — валовой внутренний продукт, в ценах некоторого года;  $K_t$  — объем применяемого основного капитала, в ценах некоторого года;  $L_t$  — число обработанных человеко-часов (или численность занятых).

Обозначим логарифмические темпы прироста ВВП, капитала и труда соответственно  $\bar{Y}$ ,  $\bar{K}$  и  $\bar{L}$ . Поскольку  $\bar{Y} = \alpha\bar{K} + (1-\alpha)\bar{L} + \gamma$ , то вклад капитала определяется по соотношению  $\alpha\bar{K}/\bar{Y}$ , вклад труда —  $(1-\alpha)\bar{L}/\bar{Y}$ , а вклад общего фактора производительности или технического прогресса —  $\gamma/\bar{Y}$ .

Традиционно используется эконометрический подход к определению параметров производственной функции  $A$ ,  $\gamma$  и  $\alpha$ . Для этого берут динамические ряды  $Y_t$ ,  $K_t$  и  $L_t$  за продолжительные периоды времени (желательно за 15-20 лет и более). Общеизвестны трудности при оценке указанных параметров. Выявляется их высокая чувствительность к изменениям статистической информации. Значимой является даже такое обстоятельство, как переход к новым сопоставимым ценам при построении динамических рядов ВВП и капитала.

В табл. 1 приведены данные о процентных вкладах в прирост ВВП фак-

<sup>1</sup> Звіт про світовий розвиток: Важке завдання розвитку / Пер. з англ. — К.: Абрис. — 1994. — С. 42.

торов «капитал», «труд» и «ОФП». Обращает на себя внимание повышенный вклад фактора «капитал» в ряде регионов. В более позднем отчете отмечается, что еще больше непонятого встречается при рассмотрении различий в темпах роста по странам. В одном из примеров влияние труда и капитала в совокупности составляет всего 9 %, а доля ОФП, по мнению авторов отчета, просто невероятна: 91 %<sup>2</sup>.

Таблица 1

Процентные вклады в прирост ВВП факторов «капитал», «труд» и «ОФП» в ряде регионов и стран \*

Регион или группа и период	Вклад в прирост ВВП, %		
	капитала	труда	ОФП
<i>1960-1987</i>			
Африка	73	28	0
Восточная Азия	57	16	28
Европа, Ближний Восток и Северная Африка	58	14	28
Латинская Америка	67	30	0
Южная Азия	67	20	14
Всего:	65	23	14
<i>1960-1985</i>			
Франция	27	-5	78
Германия (ФРГ)	23	-10	87
Япония	35	5	59
Великобритания	27	-5	78
США	23	27	50

\* Источник: Звіт про світовий розвиток: Важке завдання розвитку / Пер. з англ. – К.: Абрис. – 1994. – С. 45.

Эти факты не случайны. До сих пор экономисты не обратили внимание на то, что коэффициент эластичности производственной функции ( $\alpha$ ) можно оценить аналитическим, а не эконометрическим методом. Как будет показано в статье, это существенным образом повысило бы точность расчетов методом Солоу. Имеется и иной путь решения проблемы.

## 2. Аналитический метод оценки вклада капитала, труда и общего фактора производительности в прирост ВВП

Автором разработана методика непосредственной оценки процентных вкладов капитала, труда и общего фактора производительности в годовой прирост ВВП. Так, абсолютная величина годового прироста ВВП за счет роста капитала рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta Y_{K_{t+1}} = A_t \frac{K_{t+1}}{K_t} \quad A_t = a_t (K_{t+1} - K_t), \quad (1)$$

где  $A_t$  — амортизация основного капитала в году  $t$ ;  $K_t$  — среднегодо-

<sup>2</sup> Знания на службе развития. Отчет о мировом развитии. 1998/99. Включая выборочные показатели мирового развития. – М.: Изд-во «Весь Мир», Всемирный банк. – 1999. – С. 30.

вой объем основного капитала;  $a_t$  — средняя норма амортизации основного капитала.

Годовой процентный прирост ВВП за счет роста капитала определяется так:

$$\Delta Y_{K_{t+1}} / Y_t \quad 100\% = \frac{a_t (K_{t+1} - K_t)}{Y_t} \quad 100\%. \quad (2)$$

Годовой процентный прирост капитала, как простого фактора роста, равен:

$$\frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} \quad 100\%. \quad (3)$$

По определению коэффициент эластичности прироста ВВП по капиталу  $E_K$  равен отношению указанных выше приростов, то есть:

$$E_{K_{t+1}} = \frac{a_t (K_{t+1} - K_t)}{Y_t} \cdot \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = \frac{a_t K_t}{Y_t} = \frac{A_t}{Y_t}. \quad (4)$$

Следовательно, коэффициент эластичности прироста ВВП по капиталу в году  $t + 1$  равен удельному весу амортизации в ВВП в году  $t$ .

Величина годового прироста ВВП за счет роста затрат труда с производительностью года  $t$  определяется с помощью формулы:

$$\Delta Y_{L_{t+1}} = U_t \frac{L_{t+1} - L_t}{L_t} \quad U_t. \quad (5)$$

где  $U_t = Y_t - A_t$  — чистый внутренний продукт.

Годовой процентный прирост ВВП за счет роста затрат труда определяется так:

$$\Delta Y_{L_{t+1}} / Y_t \quad 100\% = \frac{U_t}{Y_t} \frac{L_{t+1} - L_t}{L_t} \quad 100\%. \quad (6)$$

Годовой процентный прирост затрат труда, как простого фактора роста, равен:

$$\frac{L_{t+1} - L_t}{L_t} \quad 100\%. \quad (7)$$

Коэффициент эластичности прироста ВВП по труду  $E_V$  определяется в виде отношения:

$$E_{V_{t+1}} = \frac{U_t}{Y_t} \frac{L_{t+1}}{L_t} - 1 : \frac{L_{t+1}}{L_t} \frac{L_t}{L_t} = \frac{U_t}{Y_t}. \quad (8)$$

Таким образом, коэффициент эластичности прироста ВВП по труду в году  $t+1$  равен удельному весу чистого внутреннего продукта в ВВП в предыдущем году.

Поскольку  $A + U \equiv Y$ , то рост ВВП всегда сопровождается таким равенством:

$$E_{K_{t+1}} + E_{L_{t+1}} = \frac{A_t}{Y_t} + \frac{U_t}{Y_t} = 1. \quad (9)$$

Величина годового прироста ВВП за счет роста производительности труда, уровень которой зависит также от роста эффективности капитала, равна:

$$\Delta Y_{P_{t+1}} = \Delta Y_{t+1} (\Delta Y_{K_{t+1}} + \Delta Y_{L_{t+1}}). \quad (10)$$

Следовательно, годовой прирост ВВП может быть представлен в виде суммы вкладов трех факторов: капитала, труда и общего фактора производительности:

$$\Delta Y_{t+1} = \Delta Y_{K_{t+1}} + \Delta Y_{V_{t+1}} + \Delta Y_{P_{t+1}} \quad (11)$$

На основании выполненных выше преобразований можно утверждать, что процентные вклады факторов производства в прирост ВВП могут быть рассчитаны аналитическим, а не эконометрическим методом. Но это еще не все. Как известно, параметры производственной функции  $\alpha$  и  $(1 - \alpha)$  представляют собою коэффициенты эластичности соответственно  $E_K$  и  $E_L$ . Поэтому можно ожидать, что более точную оценку параметра  $\alpha$  производственной функции можно найти путем непосредственного расчета среднего удельного веса амортизации в ВВП за период наблюдения. Это обстоятельство должно иметь практическое значение для усовершенствования методики Солоу.

### 3. Оценка процентных вкладов факторов производства в прирост ВВП США за 1981-2000 годы

В табл. 2 приведены основные макроэкономические показатели развития экономики США в 1980-2000 годах, которые использованы для соответствующих расчетов.

Результаты расчетов аналитическим методом влияния капитала, труда и общего фактора производительности на рост ВВП США в 1981-2000 гг. приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что в целом за 1981-2000 гг. вклад капитала в прирост ВВП составил 9,5 %, труда — 41,4 % и общего фактора производительности — 49,1 %.

Теперь оценим процентные вклады методом наименьших квадратов. При использовании соответствующих динамических рядов за 1980-2000 гг. (см.

табл.2) получено следующее уравнение производственной функции:

$$Y_t = 4,1328e^{0,01145t} K_t^{0,4905} L_t^{0,5095}; \quad (12)$$

$$R^2 = 0,9654; \nu = 1,42\%; DW = 0,67.$$

В (12) объемы капитала  $K_t$  — на конец года.

Оценка процентных вкладов капитала, труда и ОФП в прирост ВВП с помощью уравнения (12) дает следующий результат: 38,3; 25,1 и 36,6 % соответственно. Как видим, оценка вклада капитала возрастает с 9,5 до 38,3 %, а вклад ОФП снижается с 49,1 до 36,6 %.

Таблица 2  
Основные макроэкономические показатели развития США в 1980-2000 гг.  
(в ценах 1996 г.)\*

Год	ВВП, млрд. долл.	Занятость в экономи- ке, млн. чел.	Основной капитал, млрд. долл.			Амортизация (депресиа- ция), млрд. долл.
			на начало года	на конец года	среднего- довой <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7
1980	4900,9	99,3	14382,5	14779,3	14580,0	535,0
1981	5021,0	100,4	14779,3	15158,9	14968,3	557,3
1982	4919,3	99,5	15158,9	15446,3	15302,2	580,0
1983	5132,3	100,8	15446,3	15776,6	15610,9	601,6
1984	5505,2	105,0	15776,6	16233,5	16003,9	629,0
1985	5717,1	107,1	16233,5	16724,6	16477,8	666,9
1986	5912,4	109,6	16724,6	17207,2	16964,7	698,5
1987	6113,3	112,4	17207,2	17664,0	17434,6	728,9
1988	6368,4	115,0	17664,0	18112,2	17887,2	758,3
1989	6591,8	117,3	18112,2	18556,2	18333,3	799,4
1990	6707,9	118,8	18556,2	18978,7	18766,7	819,5
1991	6676,4	117,7	18978,7	19300,4	19139,1	848,7
1992	6880,0	118,5	19300,4	19635,0	19467,2	890,7
1993	7062,6	120,3	19635,0	20025,3	19829,5	905,8
1994	7347,7	123,1	20025,3	20447,8	20235,9	962,4
1995	7543,8	124,9	20447,8	20909,0	20677,5	984,1
1996	7813,2	126,7	20909,0	21447,3	21177,0	1031,5
1997	8159,5	129,6	21447,3	22024,2	21734,5	1091,3
1998	8508,9	131,5	22024,2	22680,5	22350,8	1166,3
1999	8856,5	133,5	22680,5	23375,4	23026,2	1253,9
2000	9224,0	135,2	23375,4	24096,0	23733,9	1336,4

\* Источники:

Survey of Current Business. August, 2001. P.125-126; Bureau of Economic Analysis GDP and Other National Accounts Data/ Index to the NIPA Tables. October 1, 2001; Economic Indicators / Washington: May, 2002.

Величина статистического критерия  $DW = 0,67$  указывает на наличие автокорреляции остатков модели, несмотря на низкий коэффициент вариации

<sup>3</sup> Рассчитано новым методом. См.: *Калужний В.* Нова модель економічного росту та її аналітичні можливості // *Економіст.* – 2000. – № 10. – С. 62-68.

$\nu = 1,42\%$ . Это означает, что есть большая вероятность существенного отклонения полученных оценок коэффициентов уравнения регрессии (12) от их соответствующих действительных величин.

Таблица 3

Результаты оценки по новой методике влияния капитала, труда и общего фактора производительности на рост ВВП США в 1981-2000 гг.

Год	Вклад в прирост ВВП, млрд. долл.				Вклад в прирост ВВП, %		
	капитала	труда	ОФП	вместе	капитала	труда	ОФП
1981	14,2	48,1	57,8	120,1	11,9	40,0	48,1
1982	12,4	-38,7	-75,4	-101,7	-12,2	38,1	74,1
1983	11,7	55,5	145,8	213,0	5,5	26,1	68,4
1984	15,1	188,8	169,0	372,9	4,1	50,6	45,3
1985	18,6	97,5	95,8	211,9	8,8	46,0	45,2
1986	19,7	117,9	57,7	195,3	10,1	60,4	29,5
1987	19,3	133,2	48,4	200,9	9,6	66,3	24,1
1988	18,9	124,6	111,6	255,1	7,4	48,8	43,8
1989	18,9	114,3	90,2	223,4	8,5	51,1	40,4
1990	18,9	71,6	25,6	116,1	16,3	61,7	22,0
1991	16,3	-53,3	5,5	-31,5	-51,6	169,2	-17,5
1992	14,6	38,3	150,7	203,6	7,1	18,8	74,0
1993	16,6	89,3	76,7	182,6	9,1	48,9	42,0
1994	18,6	143,4	123,1	285,1	6,5	50,3	43,2
1995	21,0	95,5	79,6	196,1	10,7	48,7	40,6
1996	23,8	95,0	150,7	269,4	8,8	35,2	55,9
1997	27,2	152,5	166,6	346,3	7,8	44,0	48,1
1998	30,9	103,9	214,5	349,4	8,9	29,7	61,4
1999	35,2	113,1	199,3	347,6	10,1	32,5	57,3
2000	38,5	98,0	231,0	367,5	10,5	26,7	62,9
Всего	410,5	1788,4	2124,1	4323,1	9,5	41,4	49,1

Расчеты по данным табл. 2 показывают, что за период 1980-2000 гг. средний удельный вес амортизации в ВВП США составляет 12,66 %. В соответствии с предыдущими выводами примем  $\alpha = 0,1266$  и оценим неизвестные параметры производственной функции  $\gamma$  и  $A$  методом наименьших квадратов. В результате получим следующее уравнение производственной функции:

$$Y_t = 25,5196e^{0,01429t} K_t^{0,1266} L_t^{0,8734}, \quad (13)$$

$$R^2 = 0,9795; \nu = 1,47\%; DW = 0,48.$$

Теперь статистические характеристики модели  $\nu$  и  $DW$  несколько ухудшились, но оценки процентных вкладов факторов производства в прирост ВВП США существенно приблизились к расчетным величинам, полученным аналитическим методом, а именно: вклад капитала равен 10,0 %, вклад труда — 43,7 % и вклад ОФП — 46,3 %.

#### 4. Практическое значение нового и усовершенствованного методов

На основании вышеприведенного анализа можно утверждать, что в табл. 1 вклад капитала завышен в некоторых странах примерно в 2-3 раза, а в отдельных случаях, вне всякого сомнения, в 5-6 раз. Поэтому специалистам Всемирного банка, которые уделяют очень большое внимание измерению показателя TFP, можно рекомендовать пользоваться в практической работе усовершенствованным методом Солоу, а там где возможно — аналитическим методом.

Одним из преимуществ аналитического метода, впервые освещенного в статье, является то, что он позволяет рассчитывать *динамические ряды* указанных процентных вкладов факторов производства и общего фактора производительности (см. рис. 1).

Это дает возможность своевременно заметить усиление влияния отдельных факторов производства на прирост ВВП и обосновать необходимые мероприятия стабилизационной политики государства. Эта тема заслуживает отдельного освещения. Поэтому рассмотрим лишь один ее аспект. Из табл. 3 и рис. 1 видно, что в 1993-2000 гг. в США начал заметно повышаться вклад общей производительности факторов производства, что обусловило достижение достаточно высоких темпов прироста ВВП, в особенности в 1997-2000 гг. (более 4 % в год). Побоявась "перегрева" экономики и повышения инфляции, Федеральная резервная система (ФРС) начала повышать процентную ставку и она (прайм-рейт) возросла с 8 % в 1999 г. до 9,23 % в 2000 г. Вследствие этого, начиная с III кв. 2000 г., темпы прироста ВВП замедлились, а именно (в процентах):

I кв. 2000	— 2,3	I кв. 2001	— 1,3
II кв. 2000	— 5,7	II кв. 2001	— 0,3
III кв. 2000	— 1,3	III кв. 2001	— 1,3
IV кв. 2000	— 1,9	IV кв. 2001	— 1,7
За 2000 год:	— 4,1	За 2001 год:	— 1,2

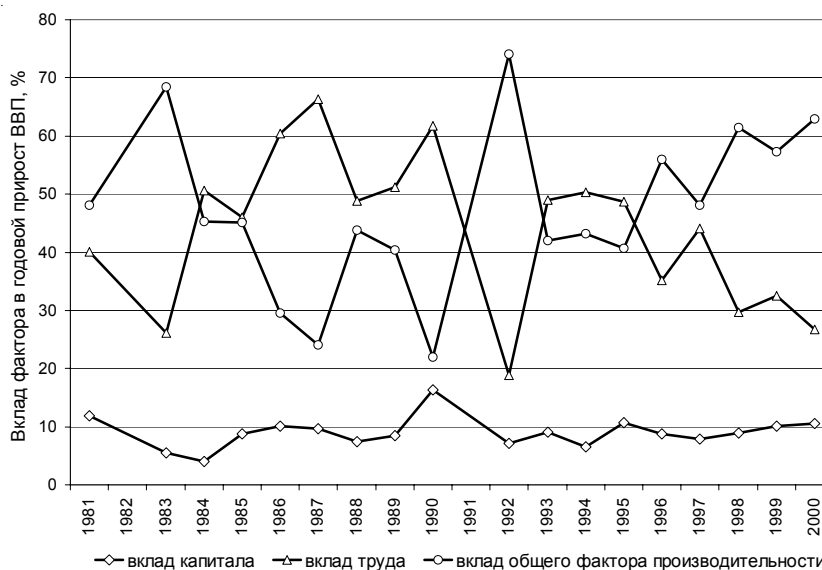


Рис. 1. Процентные вклады факторов производства в прирост ВВП США

ФРС была вынуждена снизить процентную ставку в 2001 г. до 6,91 %. Но было уже поздно: в целом темп прироста ВВП за 2001 год составил 1,2 %. В I кв.

2002 года ставка была снижена до рекордно низкого уровня 4,75 % (минимум в 1993 г. — 6 %) и темп прироста ВВП увеличился до 6,6 %.

Вышеприведенные мероприятия 2000 г. были, на наш взгляд, чрезмерными, ибо тенденция понижения влияния фактора "труд" указывала на усиление трудосберегающего технического прогресса. В таком случае происходит автоматическое замедление темпов прироста занятости, и достаточно было лишь умеренно повысить процентную ставку и общую налоговую нагрузку.

Усовершенствованный метод определения коэффициентов эластичности производственной функции тоже имеет практическое значение, ибо позволяет использовать для оценки параметров этой функции относительно *короткие* динамические ряды. В табл. 4 приведены данные о динамике ВВП Украины и основных факторов его производства в 1991-2001 годах.

Если воспользоваться динамическими рядами из табл. 4 за 1997-2001 гг., то традиционный подход к оценке параметров производственной функции дает следующий результат:

$$Y_t = 0,6823e^{0,11941t} K_t^{2,4828} L_t^{1,4828}; \quad (14)$$

$$R^2 = 0,977; \nu = 4,02\%; DW = 1,94.$$

На первый взгляд, эта модель удовлетворительно описывает взаимосвязь экономических переменных, но величины коэффициентов эластичности производственной функции выходят за логические границы.

Таблица 4  
Основные индикаторы макроэкономического развития  
Украины в 1991-2001 гг. (1990 г. = 100 %)

Год	ВВП	Занятость в экономике	Стоимость основных фондов
1991	91,6	99,2	103,2
1992	82,3	94,6	105,8
1993	70,6	92,3	108,4
1994	54,0	88,8	108,5
1995	47,8	91,5	107,4
1996	43,0	89,6	107,0
1997	41,7	87,3	107,2
1998	40,9	86,1	108,1
1999	40,8	83,4	109,5
2000	43,1	82,2	110,6
2001	47,0	81,5	111,8

Источник: Послання Президента України до Верховної Ради України "Про внутрішнє і зовнішнє становище України у 2001 році" / Економіст. – 2002. – №6. – С. 9; Публикации Госкомстата Украины.

Воспользуемся значением  $\alpha = 0,1879$ , которое соответствует удельному весу потребления основного капитала в ВВП (в долях единицы) в 1999 г. Теперь имеем такую производственную функцию:

$$Y_t = 0,4255e^{0,04205t} K_t^{0,1879} L_t^{0,8151}; \quad (15)$$

$$R^2 = 0,801; \nu = 4,70\%; DW = 1,41.$$



Дальнейшие расчеты показывают, что за период 1997-2001 гг. в Украине вклад капитала в прирост ВВП составляет 6,5 %, труда — 46,4 % и общего фактора производительности — 139,8 %.

Почему произошел такой большой вклад общего фактора производительности, и можем ли мы на основании проведенного анализа сделать вывод о переходе в Украине к инвестиционной модели роста? Отвечая на эти вопросы необходимо учесть, что вклад производительности факторов производства за период наблюдения был обусловлен действием хотя и благоприятных, но не постоянно действующих факторов. Например, по данным предприятий, участвовавших в проведении экономического эксперимента в ГМК Украины, прирост выручки от реализации металлопродукции на экспорт в 2000 г. составил 8170 млн. грн. против 1999 г.<sup>4</sup> В то же время весь прирост ВВП в неизменных ценах составил в 2000 г. в Украине 7696 млрд. грн. или 5,9 %. Если бы не было такого прироста экспорта продукции ГМК, то реальный ВВП Украины в 2000 г. не возрос бы на 5,9 %, а, при прочих равных условиях, даже несколько уменьшился бы. В 2001 году по оценкам Госкомстата Украины увеличение ВВП почти наполовину также обеспечено ростом чистого экспорта, но здесь главным двигателем роста оказался высокий урожай в сельском хозяйстве и др.

Поэтому еще преждевременно утверждать о переходе в Украине к инвестиционной модели роста. В частности, за последние пять лет темпы прироста основного капитала в Украине были, например, в 3,4 раза ниже, чем в США. К тому же коэффициент ликвидации устаревших фондов в Украине за 1997-2000 гг. составил всего 0,71, а в США на протяжении этого периода он ежегодно составлял около 5 % от стоимости основных фондов на начало года.

Таким образом, методику Солоу можно существенно усовершенствовать, если коэффициенты эластичности производственной функции определять как экзогенные величины на основании среднего удельного веса амортизационных отчислений в ВВП за период наблюдения. Но с помощью этой методики можно получить лишь усредненную за период наблюдения оценку процентных вкладов капитала, труда и общего фактора производительности в прирост ВВП.

Одним из преимуществ аналитического метода является то, что он позволяет выполнять расчет *динамических рядов* процентных вкладов факторов производства и общего фактора производительности. Это существенным образом повышает эффективность макроэкономического анализа при диагностике и прогнозировании интенсивности технического прогресса, а также при выявлении влияния конъюнктурных циклов на экономическое развитие.

Статья опубликована: *Калюжный В. Усовершенствованные и новые методы измерения влияния капитала, труда и производительности на рост ВВП // Экономика Украины. – 2003. – №6. – С.42-48.*

---

<sup>4</sup> *Майорченко В.Н., Калюжный В.В. Анализ опыта проведения экономического эксперимента ГМК Украины // Metallургическая и горнорудная промышленность, – 2002. – №2. – С. 83-86.*